

**УДК 656.21.001.2**

## **SHAMOL QARSHILIGI TA'SIRIDA BIRINCHI TORMOZLANISH JOYIDA VAGONNING SEKINLANUVCHAN HARAkatINI O'RGANISH**

**Ikramova Diyora Zokir qizi**

Toshkent davlat transport universiteti assistenti

**Azadova Maxliyo Maksudovna**

Toshkent davlat transport universiteti talabasi

**Nabiyeva Surayyoxon Mansurjon qizi**

Toshkent davlat transport universiteti talabasi

### **ANNOTATSIYA**

*Maqolada shamol qarshiligi ta'sirida uchastkada birinchi bo'g'iz tormozlanish holatida vagonning sekinlanish harakatining matematik modeli natijalari keltirilgan. Ilk bora birinchi bo'g'iz tormozlanish holatida vagonning tormozlanish yo'li va masofasini aniqlovchi analitik formulalar olingan. Vagonning tormozlanish yo'li va masofasining vaqtga bog'liqlik grafigi qurilgan. Grafik asosida olingan tahlil natijalariga ko'ra, birinchi bo'g'iz tormozlanish holatida vagonning sekinlanish harakati asosan uchastkada vagon sekinlatgichlarning ishida yuzaga keluvchi qarshilik kuchiga bog'liq bo'ladi.*

***Kalit so'zlar:** tepalik, shamol qarshiligi; Kulon qonuni; koordinata ko'rinishidagi D'Alambersning tamoyili; vagon tezligi; birinchi tormozlash joyi.*

### **THE RESEARCH OF THE MOTION OF THE CAR SLOWING DOWN ON THE PART OF THE FIRST HUMP BRAKE POSITION WHEN EXPOSED TO THE ONCOMING WIND**

**Ikramova Diyora Zakir qizi**

Assistant of Tashkent State transport University

**Azadova Makhliyo Maksudovna**

Student of Tashkent State transport University

**Nabiyeva Surayyaxan Mansurjan**

Student of Tashkent State transport University

### **ABSTRACT**

*In the article the results of mathematical modeling of the movement of the carriage with the slowdown on the part of the first hump in the brake position when exposed to the oncoming wind. First analytical formula to determine the speed and*

*the way the braking of the car on the plot of the first brake yard. Built graphics based on the speed and path of the deceleration time. Based on the analysis of the constructed graphical dependencies established that the movement of the carriage with the slowdown on the part of the first hump brake position mainly depends on the strength of the resistance that occurs at the work site car retarder.*

**Keywords:** *hill, the wind; Coulomb's law; the principle of D'Alembert in coordinate form; the speed of the car; the movement of the carriage with the slowdown on the part of the first hump in the brake position.*

## **KIRISH**

Adabiy manbalar [1 – 14], jumladan [15, 16] tahlili shuni ko'rsatadiki, afsuski, temir yo'l transportida saralash tepaligini loyihalash tamoyillari va nazariyalarini ishlab chiqishda saralash tepaligining birinchi to'xtatish joyida vagon harakati mexanik – matematik modelini qurish metodlari ko'zdan qochirilgan [17]. Shunga qaramay, [18] da keltirilgani kabi saralash tepaligi profilida vagon yurish dinamikasidagi [1 - 14] ilmiy tadqiqotlarda keng qo'llaniladigan nazariy asoslar noto'g'ri ekanligini ko'rsatdi.

Shundan kelib chiqqan holda, birinchi to'xtatish joyida vagon harakati (keyingi o'rinlarda – 1TJ)ning mexanik – matematik modellarini qurish bo'yicha tadqiqotlar temir yo'l transporti va transport fanining dolzarb texnik muammosi hisoblanadi.

Ushbu maqolada Dalamber prinsipi asosida koordinata shaklida olingan vagonning saralash tepaligidagi harakat dinamikasiga bag'ishlangan [18 - 31] qator maqolalarni davom ettiramiz. Uchastkada belgilangan tezlikda saralash tepaligining birinchi to'xtatish joyida vagon harakatining matematik modelini qurishdan iborat. Saralash tepaligining birinchi to'xtatish joyida vagon harakatining analitik tormozlanish yo'li  $x(t)$  va tezligi  $v(t)$  ni aniqlash talab etiladi.

## **METODLARI**

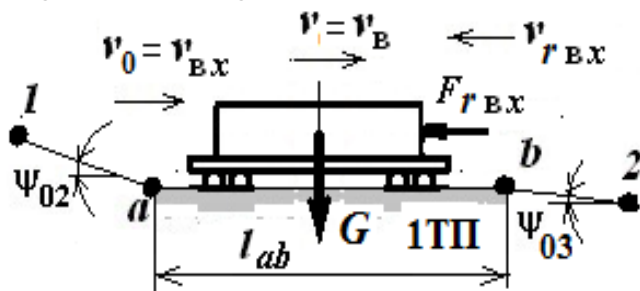
Doimgidek [27, 28], nazariy mexanikaning klassik qoidalaridan foydalanamiz: qattiq jism kinematikasi, Kulon qonuni, D'alamber prinsipining koordinata shaklida [16, 32]gi kuchlarni nuqtaga yig'ish usuli va differensial hamda integral [33, 34] haqidagi umumiy tushunchalar kabilar.

## **MUHOKAMA VA NATIJALAR**

Vagon saralash tepaligi qiyaligidan saralash tepaligining birinchi to'xtatish joyiga (1TJ) o'tishida boshlang'ich tezligi  $v_0$  (odatda, tormozlanish moslamalarining tuzilishiga qarab 6 yoki 8,5 m/s ) holatini ko'rib chiqaylik. Tepalikning 1TJga bitta

vagon (yoki vagon uzilmasi) kriganda, unga tortishish kuchlari  $G$ , aerodinamik tortishish kuchlari  $F_{r_{Bx}}$  va  $F_{r_{By}}$  [15, 16], shuningdek, tormozlanish jarayonida yuzaga keladigan tormozlanish (ishqalanish) kuchi  $F_{TOPM}$  kabi kuchlar taʼsir koʻrsatadi [17]. Bunday holda, gʻildiraklar juftligi rels chiziqlari boʻylab sirpanadi.

1TJ ning uzunligi  $l_{ab}$ ,  $a$  va  $b$  koorditalarida tepalik profilida 1 – 2 uchastkalarida,  $1 - a$  uchastkada  $\psi_{02}$  qiyalik burchagi,  $b - 2$  uchastkada  $\psi_{03}$  qiyalik burchagida joylashganini inobatga olish kerak (1-rasm).

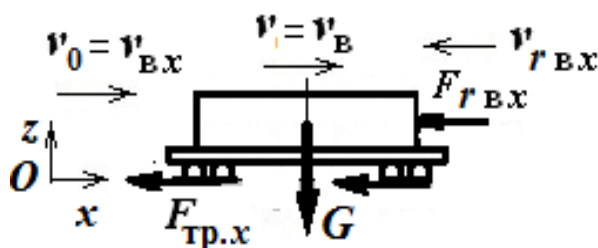


1-rasm. Shamol qarshiligida 1TJ uchastka profili

1-rasmda berilgan:  $l_{ab}$  – 1TJning uzunligi;  $\bar{v}_0 = \bar{v}_{B.x}$  – vagonning 1TJ uchastkasiga kirish tezligi;  $\bar{v}_{r_{B.x}}$  – shamolning nisbiy tezligi;  $\bar{v} = \bar{v}_B$  – tezlik (vagon tezligi);  $G$  – yukli vagonning tortishish kuchi;  $F_{r_{Bx}}$  – shamol qarshiligini “ushlab turuvchi” sifatidagi aerodinamik qarshilik kuchi.

### ***Vagon harakatini hisoblash modelini shakllantirish***

1TJ uchastkasida tormoz moslamalari ishga tushirilganda vagon harakatining hisoblash modeli nazariy mexanika cheklovlaridan ozod qilish tamoyili [16, 17, 32] ga muvofiq 2-rasmda koʻrsatilgan shaklga ega boʻlsin:



2-rasm. Shamol qarshiligida 1TJ uchastkasida vagon harakatining hisobiy sxemasi

2-rasmda ham 1-rasmdagi koʻrsatkichlar berilgan.

Bu yerda  $F_{TP.x}$ , [30] dan farqli ravishda rels yuzasida gʻildirak kallagining sirpanishida ishqalanishi  $F_\tau$  hisobga olganda siqilgan tormoz shinalarining siqilishi

$F_{\text{TH}}$  =  $F_{\text{TOPM}}$  va o‘zaro shamol ta’sirida relsning yon yuzasiga g‘ildirak kallaning ta’siri  $F_{\text{TP.y}}$  (ta’sirni hisobga olganda),  $F_{\text{TP.x}} = F_{\tau} + F_{\text{TOPM}} + F_{\text{TP.y}}$  ga teng bo‘ladi.

### ***Vagon harakatiga birinchi tormozlanish joyidagi kuchi***

[25] da ko‘rsatilganidek, tarkibdan uzilgan vagonlar tezligini nazorat qilish uchun vagon (yoki uzilma vagon)ni tormozlash kerak. Bunda g‘ildirak juftligi aylanishi sekinlashadi, bu esa tormoz shinalarida paydo bo‘ladigan ishqalanish kuchi tufayli ularni qisman rels yuzasi bo‘ylab siljishiga majbur qiladi. Shu bilan birga, pnevmotizimda siqilgan havoning maksimal bosimi (0.75 MPa) tufayli muhim tormozlanish kuchi  $F_{\text{TOPM}}$ , uning natijasida esa vagon harakatiga qarshilik kuchi  $F_{\text{TP.x}}$  paydo bo‘ladi.

Umuman olganda, 1TJning uzunligini bosib o‘tish uchun vagon harakatining qarshilik kuchi  $F_{\text{TP.x}}$  quyidagiga teng:

$$F_{\text{TP.x}} = F_{\tau} + F_{\text{TH}} + F_{\text{TP.y}}, \quad (1)$$

$F_{\tau}$  – relslardagi reaksiya, Kulon qonuniga ko‘ra  $F_{\tau} = f_{\text{CK}}N$  teng, bunda  $f_{\text{CK}}$  – rels yuzasida g‘ildirak juftligining ishqalanish koeffitsenti (“metalni metalga” –  $f_{\text{CK}} = 0,15 \div 0,25$ , bunda koeffitsent ob – havo sharoitiga ham bog‘liq bo‘ladi),  $N$  – har bir buksaga to‘g‘ri keluvchi barcha faol kuchlarning proyeksiyalari yig‘indisiga modul bo‘yicha teng bo‘lgan reaksiya komponenti  $F_z$ :

$$N = f_{\text{CK}} G; \quad (2)$$

$F_{\text{TH}} = f_{\text{TH}}F_{\text{TK}}$  – ishqalanish kuchi, g‘ildirak juftliklari va vagon sekinlashganida tormoz shinalari siqilishi tufayli yuzaga keladi, bu yerda  $f_{\text{TH}} = 0,14 \div 0,20$  – sekinlatkich blokida tormozlanish shinalarida ishqalanish koeffitsenti [9].  $f_{\text{TH}}$  ob -havo sharoitiga ham bog‘liligini yoddan chiqarmaslik kerak.  $F_{\text{TK}}$  – vagon o‘qiga yoki vagon tormozining shinalarida siqilish kuchi (odatda, sekinlatgichlarning turi va havoning bosimiga qarab 90, 100, 140, 150 kN ga teng bo‘ladi) [17]. Bu yerda  $F_{\text{TH}}$  kuchi tormozlanish kuchi  $F_{\text{TOPM}}$  ga teng, ya’ni  $F_{\text{TH}} = F_{\text{TOPM}}$ ;

$F_{\text{TP.y}}$  – vagonning yon tomoniga shamol ta’sirida paydo bo‘ladigan ishqalanish kuchi:

$$F_{\text{TP.y}} = n_{\text{KY}} f_{\text{CK0}} F_{\text{rBy}}, \quad (3)$$

bu yerda  $n_{\text{KY}}$  – rels yuzasining yon yuzasiga bosadigan g‘ildirak juftliklarining soni, (odatda  $n_{\text{KY}} = 4$ );  $f_{\text{CK0}}$  – g‘ildirak juftligi grebenining rels yuzasida sirpanish koeffitsenti (odatda –  $f_{\text{CK0}} = 0,25$  deb qabul qilinadi);  $F_{\text{rBy}}$  – shamol ta’sirida yuzaga keluvchi aerodinamik qarshilik, N [35]:

$$F_{\text{rBy}} = 500A_{\sigma}, \quad (4)$$

bu yerda 500 – vagon yuzasining birlik maydoniga solishtirma bosim,  $N/m^2$ ;  $A_6$  – yukli vagonning yon yuzasining maydoni:  $A_6 = 2L \times 2H$  (bu yerda  $2L$  – yukli vagonning shamol esuvchi yon yuzasi uzunligi, m),  $m^2$ ;

Shunday qilib, vagon (yoki uzilma vagon) birinchi tepalik tormozlanish holatida qarshi esgan shamolning ta'siri, relslar yuzasida g'ildirak juftliklarining siljishi hamda vagon sekinlatgichining shinalari siqilishi natijasida g'ildirak juftligining sirpanishi hisobiga umumiy holatda vagon tezligi pasayadi (ya'ni, vagon sekinlab harakatlanadi). Ta'kidlash joizki, 1TJ zonasida tormoz shinalariga tushadigan bosim natijasida tezlik regulyatorining buzilishi (inson omili) tufayli vagon to'liq to'xtagunga qadar tormoz shinalariga nisbatan sirpanishi sodir bo'lishi mumkin. Bu holatda  $F_\tau$  qiymati  $F_{\text{TH}}$  dan katta (ya'ni  $F_\tau > F_{\text{TH}}$ ) va  $F_{rBy}$  kichikligi sababli e'tibordan chetda qolishi ham mumkin.

(1) ifodani, ya'ni tormozlanish kuchi –  $F_{\text{TP}.x}$  ni qayta yozamiz, ya'ni tormoz shinalarining g'ildirak juftliklariga nisbatan sirpanish hollari uchun tormozlanish kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_{\text{TP}.x} = f_{\text{CK}} N + F_{\text{TOPM}} + n_{\text{KY}} f_{\text{CK0}} F_{rBy} \quad (4)$$

(2) – (4) ifodani (1) ga qo'ysak, oxirgi ifodamiz quyidagiga shaklga ega bo'ladi:

$$F_{\text{TP}.x} = f_{\text{CK}} G + F_{\text{TOPM}} + n_{\text{KY}} f_{\text{CK0}} F_{rBy} \quad (5)$$

Yuqorida olingan vazifalarni sarhisob qilib, 7÷15 %o [25] qiyalikdagi 1TJ uchastkasida vagon sekinlashuvining holatini quyidagicha yozish mumkin (10rasmga qarang):

$$F_{rBx} + F_{\text{TP}.x} > 0, \quad (6)$$

bu yerda,  $F_{rBx}$  – past shamol tezligida (misol uchun, 2,5 ÷ 3, 5 m/s) vagonning oxirgi yuzasiga qarshi shamol ta'sirining kuchi, uni (4) ifodaga o'xshash tarzda aniqlash mumkin,  $N$  [35]:

$$F_{rBx} = 500A_T,$$

bu yerda,  $A_T$  – yukli vagonning oxirgi yuzasi maydoni,  $m^2$ :  $A_T = 2B \times 2H$  (bu yerda  $2B$  va  $2H$  – yukli vagonning shamol yuzalarining kengligi va balandligi, m).

Agarda (6) shart bajarilsa, saralash tepalikning tormozlanish pozitsiyasi uzunligida vagonning to'liq to'xtashi amaliyotda ham sodir bo'lishi mumkin.

Endi 1TJ uchastkasida vagon harakatining keskin sekinlashishini ta'minlovchi kuchlarning "yetishmasligi"ning ifodasi aniqlanadi:

$$\Delta F_{\text{TH}} = -(F_{rBx} + F_{\text{TP}.x}) = -F_0. \quad (7)$$



(7) ifoda tahlili shuni ko'rsatadiki, 1TJ uchastkasida paydo bo'ladigan kuchlarning "yetishmasligi"  $\Delta F_{\text{TH}}$  ma'lum bir tortishish kuchi  $G$  to'xtashgacha keskin sekinlashishini ta'minlaydigan tormozlanish kuchidir. Bunda vagon harakati 1TJ uchastkasida kirish tezligi  $v_{\text{eBX}}(t)$ , ya'ni  $v_{\text{eTi}}(t) \ll v_{\text{eBX}}(t)$  dan sezilarli darajada past bo'lgan  $v_{\text{T}}(t)$  tezlikka sekinlashishi bilan ta'minlanishi kerak. [27, 28]da bo'lgani kabi, bunga faqat tepalikning geometrik parametrlari sifatida  $\psi_{01}$  va  $\psi_{02}$  qiyalikning ratsional qiymatlarini, yuqori tezlikdagi uchastkalarni tanlash orqali emas, vagonning tormozlanish kuchi  $F_{\text{TOPM}}$  ni aniq sozlash orqali ham erishish mumkin [17, 25]. Bu holatda vagon harakatini  $v_{\text{eT}}(t)$  tezlik bilan ta'minlashi mumkin, bunda tepalikning birinchi profil qismidagi tezlanishdan  $a_{50}(t)$  kattaligi jihatidan ancha kichik bo'lgan, ya'ni  $a_{\text{T}}(t) \ll a_{50}(t)$  da  $a_{\text{T}}(t)$  sekinlanuvchan tezlanishga to'g'ri keladi.

### ***Tepalikning birinchi tormozlanish pozitsiyasi uchastkasida vagon harakatining matematik modeli***

[27, 28, 30] garchi takrorlangan bo'lsa ham, shu bilan birga vagonning ko'chma harakati (yoki D'alamber tamoyili) dinamikasining asosiy qonunini koordinatalar shaklida yozamiz [16, 32],

$$M \frac{dv_{\text{a.x}}}{dt} = \sum_{k=1}^n F_{kx} + \sum_{k=1}^n R_{kx},$$

Bu yerda  $M$  – aylanuvchi qismlar (g'ildirak juftligi) massasini hisobga olgan holda yukli vagon massasi, kg;  $F_x = F_{\text{cd.x}} = \text{const.}$  – barcha faol ("qo'zg'aluvchi") kuchlarning vagonning aylanishi bo'yicha proyeksiyasi (Ox o'qi), N;  $R_x = F_{\text{yd.x}} = \text{const.}$  – Ox o'qi bo'yicha barcha reaktiv (ushlab turuvchi) kuchlar proyeksiyasi, bunda tormozlanish kuchi ham hisobga olinadi  $F_{\text{TOPM}} = F_{\text{TH}}$ , N. Faraz qilaylik, Vagon harakati davomida 1TJ uchastkasida shamol qarshiligi ta'sirida rels yuzasida g'ildirak juftliklarining sirpanishi yuzaga keladi.

(7) ifodaga ko'chma harakat dinamikasining asosiy qonunini qo'llab, "qo'zg'aluvchi" va "ushlab turuvchi" kuchlarni kiritamiz:

$$M \frac{dv}{dt} = F_{\text{cd.x}} - F_{\text{yd.x}}, \quad (8)$$

bu yerda,  $F_{\text{cd.x}}$  va  $F_{\text{yd.x}}$  – vagonning tormozlash moslamasi bilan tormozlash holati uchun «qo'zg'aluvchi» va «ushlab turuvchi» kuchlari bo'lib, bu vaqtda shamol qarshiligi tezligining ahamiyatsizligi ( $2,5 \div 3, 5$  m/s) tufayli uning tezligi doimiy deb faraz qilamiz  $F_{\text{rb.x}} = \text{const.}$

$$F_{\text{cd},x} = 0;$$

$$F_{\text{yd},x} = F_{\text{rb},x} + f_{\text{ck}} G + F_{\text{topm}} + n_{\text{ky}} f_{\text{ck0}} F_{\text{rby}}. \quad (9)$$

Ko‘ringanidek, «qo‘zg‘aluvchi» kuchlar  $F_{\text{cd},x}$  bu holda mavjud emas, vagon o‘z harakatini inersiya qonuniga ko‘ra tormozlanish holatida davom etadi va 1TJ uchastkasida shamolning qarshilik kuchi  $F_{\text{rb},x}$  va ishqalanish sirpanish kuchi  $F_{\text{tp},x}$  ni yengib,  $v_0$  kirish tezligi bilan harakatlanadi.

### *Vagonning tormoz moslamalarida to‘satdan to‘xtashining matematik modellari*

Vagon harakatining 1TJ uchastkasida (9) yoki (7) ifodadagi differensial tenglama ko‘rinishini hisobga olib (8) ifoda quyidagiga teng bo‘ladi:

$$M \frac{dv}{dt} = -F_0. \quad (10)$$

bu yerda,  $F_0 = F_{\text{cd},x} - F_{\text{yd},x}$  – vagon harakatining qarshilik kuchi,  $F_{\text{cd},x} = 0$ ,  $F_{\text{yd},x} \gg 0$ , N.

Koshi topshirig‘ining boshlang‘ich shartlari –  $t = 0$ :  $v(0) = v_0$  (bu yerda  $v_0$  – 1TJ uchastkasida vagonga kirish tezligi).

(10) dagi o‘zgaruvchilarni ajratib, quyidagiga ega bo‘lamiz [33]:

$$dv = -\frac{F_0}{M} dt.$$

Oxirgi tenglama qismlaridan ikkala intervaldan quyidagi qismlarini olamiz:

$$\int_{v_0}^v dv = -\frac{F_0}{M} \int_0^t dt.$$

Integratsiyalashdan so‘ng barchaga tanish tezlikning sekinlanuvchan harakat formulasi hosil bo‘ladi

$$v = v_0 - at,$$

bu yerda  $a = \frac{F_0}{M}$  – vagon sekinlanishi yuz beradigan tezlanish,  $\text{m/s}^2$ .

Oxirgi ifodalardan 1TJ uchastkasida vagonning ko‘chma tezligini  $v(t)$  aniqlaymiz,  $\text{m/s}$  (2-rasmga qarang)

$$v_e(t) = v_0 - at. \quad (11)$$

Bundan ma'lum bo'ladiki, 1TJ uchastkasida  $v(t)$  vagon tezligi  $t$  vaqt oralig'ida chiziqli – kamayish qonuni bo'yicha sharhlanadi(11):  $v_0$  kirish tezligida mazkur uchastkada vagon tezligi kamayib borib,  $t \approx 3s$  davomida to'xtaydi (ya'ni,  $v(t)$  ga teng bo'ladi).

$v_e(t) = \frac{dx}{dt}$  ni hisobga olib, vagon harakatining to'satdan to'xtashini differensial tenglama ko'rinishida (11) ifodani qayta yozamiz

$$\frac{dx}{dt} = v_0 - at.$$

Koshi tenglamasining boshlang'ich sharti  $t = 0$  da:  $x(0) = 0$ .

Tenglamaning oxirgi qismlarini  $dt$  ga ko'paytirib, quyidagiga ega bo'lamiz

$$dx = (v_0 - at)dt.$$

Hosil bo'lgan tenglamani 0 dan  $t$  oraliqda integratsiyalanadi:

$$x = \int_0^t (v_0 - at)dt.$$

1TJ uchastkasida  $t$  vaqt davomida vagonning tormozlanish yo'lini aniqlaymiz, m

$$x(t) = v_0 t - \frac{1}{2} at^2. \quad (12)$$

Ko'rinib turibdiki, vagonning tormozlanish masofasi  $x(t)$ ,  $t$  vaqt oralig'ida shamol kvadratik qonunga ko'ra (12): vagonning tormozlanish masofasi chiziqli o'smaydi,  $v(t) = 0$  da doimiy kattalikka ega bo'ladi.

(12) ifodadan  $t = 0$  da  $x = 0$  ga ega bo'lamiz, ya'ni tenglamaning boshlang'ich sharti bajariladi.

Ta'kidlash joizki, (11) va (12) ifodalarda fizika kursidan ma'lum sekinlanuvchan harakatdagi yo'l va tezlik formulalaridir.

Shunday qilib, D'Alambertning mexanik tamoyilidan foydalanib, o'zgaruvchilar va oddiy integrallar jadvallarini ajratish usuli, 1TJ uchastkada  $v_e(t)$  tormozlanishda vagon tezligi va vaqt davomida tormozlanish yo'li  $x(t)$  ni aniqlash uchun yakuniy analitik formulalar ishlab chiqilgan.

**Hisoblash usuli.** Boshlang'ich ma'lumotlar quyidagilar bo'lsin:  $v_0 = 6,0$  – vagonning boshlang'ich tezligi, m/s;  $G = 908$  – aylanuvchi massalarning inertsiyasini hisobga olgan holda vagonning tortishish kuchi, kN;  $f_{\text{TP}} = 0,18$ ;  $F_{\text{TK}} = 90$  kN;  $F_{\text{TOPM}} = f_{\text{TP}} F_{\text{TK}} = 16,2$  kN;  $f_{\text{CK0}} = 0,2$ ;  $n_{\text{KY}} = 4$ ;  $f_{\text{CK0}} = 0,25$ ;  $F_{\text{rBy}} = 10,4$  kN;  $F_{\text{TP.x}} = 208,2$  – siqilgan



tormoz shinalari ustidagi g'ildirak juftligining sirpanish ishqalanish kuchi, kN;  $F_{rBx} = 3,0$  kH;  $F_0 = -205,1$  – 1TJ uchastkasida «yetishmovchi» kuchlar, kN;  $M = 9,256 \cdot 10^4$  – g'ildirak juftligining inersiyasini hisobga olgan holda vagonning massasi, kg,  $a = 2,2$  – vagonning sekinlanuvchan harakatdagi tezlanishi,  $m/s^2$ .

Quyida,  $v(t)$  tezlik egri chizig'ining va vagonning tormozlanish masofasi  $x(t)$  o'rtasidagi muvofiqlikni aniqlash uchun MathCAD dasturida olingan maket hujjat berilgan [36].

$$v_0 = 6 \quad G = 908 \quad M = 9.256 \times 10^4 \text{ кг}$$

$$f_{ck} = 0.2 \quad f_{ck0} = 0.25 \quad n_{ky} = 4 \quad F_{rBx} = 3.024$$

$$F_{topm} = 16.2 \quad F_{rby} = 12.96 \quad n_{ky} \cdot f_{ck} \cdot F_{rby} = 10.368$$

$$F_{tpx} := f_{ck} \cdot G + F_{topm} + n_{ky} \cdot f_{ck} \cdot F_{rby}$$

$$F_{tpx} = 208.168 \quad \text{– sekinlanishda tormoz shinalarining ishqalanish kuchi, kN;}$$

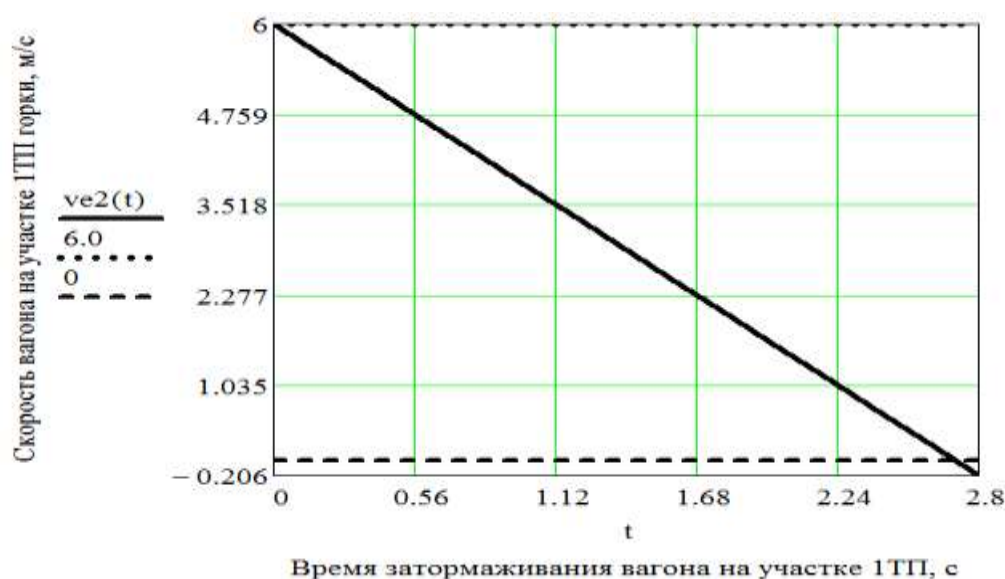
$F_0 := F_{rBx} - F_{tpx} \quad F_0 = -205.144$  – 1TJ uchastkasida «yetishmovchi» kuchlar, kN;

$$a := \frac{|F_0| \cdot 10^3}{M} \quad a = 2.216 \quad \text{– vagonning sekinlanish harakatidagi tezlanish, } m/s^2.$$

$t$  vaqt oralig'ida 1TJ uchastkasida vagonning  $v(t)$  tezligi va tormoz yo'li  $x(t)$  ning bog'liqlik grafigi 3 va 4 – rasmda keltirilgan.

$t := 0, 0.2 \dots 2.8$  – 1TJ da vagon harakat vaqti;

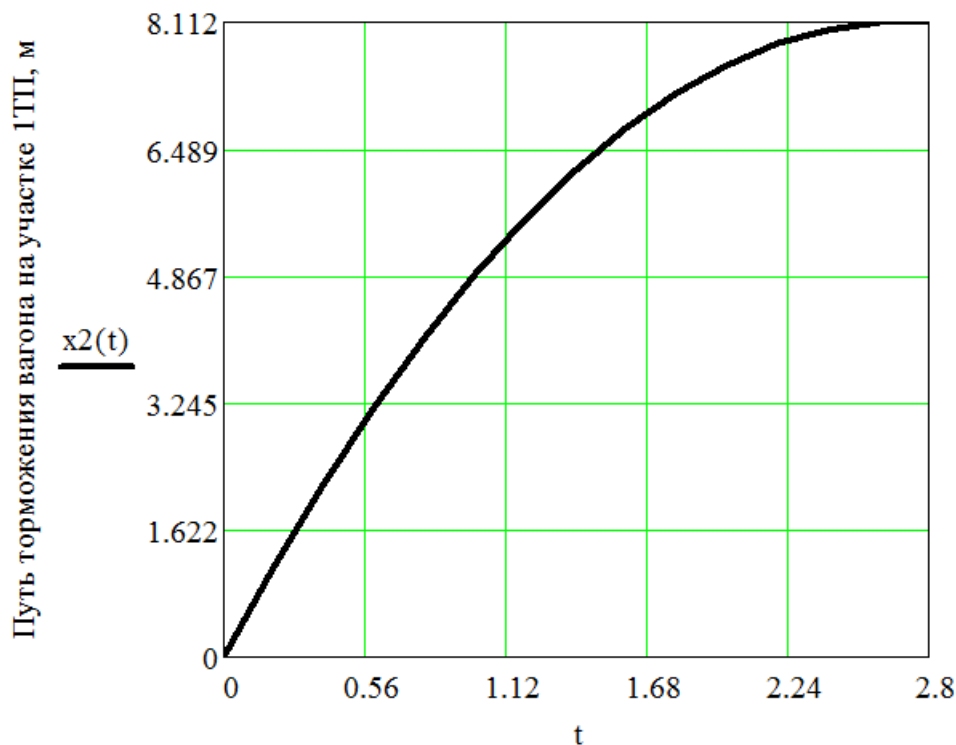
$ve2(t) := v_0 - a \cdot t$  – 1TJ da  $t$  vaqtning istalgan davridagi vagonning ko'chma harakati  $m/s$ .



3-rasm. 1TJ uchastkasida vaqt o'zgarishi davomida vagon tezligining grafigi

$$x_2(t) := v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

– 1ТЖ да  $t$  vaqtning istalgan davridagi vagonning tormozlanish masofasi  $x(t)$ , m.



Время затормаживания вагона на участке 1ТП, с

4-*rasm*. 1ТЖ uchastkasida vaqt o‘zgarishi davomida vagon tormozlanishi masofasining grafigi

Ma’lum bo‘lganidek,  $v(t)$  tezlik grafigi chiziqli ko‘rinishda kamayadi, lekin  $x(t)$  – masofa grafigi chiziqli bo‘lmagan tasnifga ega.  $t = 2,7$  s tormozlanish vaqtida mos ravishda tezlik qiymati  $v(2,7) = 0$  va butunlay to‘xtashi uchun tormozlanish masofasi  $x(2,7) \approx 8,1$  m ni tashkil etmoqda. Agarda, vagon tormozining tormozlashish vaqti  $t = 0,7$  ga teng bo‘lganida, vagonning sekinlashish harakatida tezlik  $v(0,7) = 4,5$  m/s ( $\approx 16,0$  km/soat), tormozlanish masofasi –  $x(0,7) \approx 3,66$  m ga to‘g‘ri keladi.

$v(t)$  va  $x(t)$  bog‘liqliklardan ko‘rish mumkinki (3 va 4 rasmga qarang), berilgan dastlabki ma’lumotlarda  $t = 0,9$  s vaqtda tezlik qiymati 1,5 marotabaga kamayadi (bunda tormozlanish masofasi  $x(0,9) \approx 4,5$  m ga teng),  $t = 1,35$  s vaqtda esa tezlik qiymati deyarli ikki marotabagacha kamayadi (bunda tormozlanish masofasi  $x(1,35) \approx 6.0$ m ga teng).

Darhaqiqat,  $x(t)$  va  $v(t)$  egri chiziqlarning tasnifi dastlabki ma'lumotlarga bog'liq. Misol uchun, boshlang'ich ma'lumotlar: vagonning boshlang'ich tezligi  $v_0 = 8,5$  m/s;  $G = 908$  –aylanuvchi massalarning inertsiasini hisobga olgan holda vagonning tortishish kuchi, kN;  $f_{\text{TH}} = 0,18$ ;  $F_{\text{TK}} = 150$  kN;  $F_{\text{TOPM}} = f_{\text{TH}}F_{\text{TK}} = 27$  kN;  $f_{\text{CK}} = 0,2$ ;  $n_{\text{KY}} = 4$ ;  $f_{\text{CK0}} = 0,25$ ;  $F_{\text{TP.x}} = 208,2$  kN;  $F_0 = -205,1$  kN;  $M = 9,256 \cdot 10^4$  kg,  $a = 2,2$  – vagonning sekinlanuvchan harakatdagi tezlanishi,  $m/s^2$ ,  $x(t)$  va  $v(t)$  egri chiziqlarning tasnifi 3 va 4 – rasmidagi kabi berilgan bo'lsin. Faqat tormozlanish vaqti  $t = 3,84$  s da tezlik qiymati  $v(3,84) = 0$  va butunlay to'xtashi uchun tormozlanish masofasi  $x(3,84) \approx 16,3$  m ni tashkil etsin. Agarda tormozlanish vaqti  $t = 0,8$  s, vagonning sekinlanish tezligi  $v(0,8) = 6,7$  m/s ( $\approx 24,2$  km/soat), tormozlanish masofasi esa  $x(0,8) \approx 6,1$  m. Bunda  $t = 1,3$  da tezlik 1,5 marotaba kamayishi (tormozlanish masofasi  $x(1,3) \approx 9,2$ m) va  $t = 1,9$  s da tezlik ikki barobar kamayishi ma'lum bo'ldi (tormozlanish masofasi  $x(1,9) \approx 6,7$  m).

Qarshilik kuchining qiymati yetarli darajada katta bo'lganda ( $F_0 = -205,1$  kN), vagonning boshlang'ich tezligi  $v_0 = 6,0$  m/s, bunda tormozlanish vaqti  $t = 2,96$  s, tezlik esa  $v(2,96) = 0$  va tormozlanish masofasi  $x(2,96) \approx 8,9$  m ga teng. Bundan ma'lum bo'ladiki, katta qarshilik kuchida va kichik boshlang'ich qiymatda ( $v_0 = 6,0$  m/s) 1TJ uchastkasida vagonning tormozlanish masofasi  $v_0 = 8,5$  m/s bo'lgandagiga nisbatan ikki barobar kichik.

Shunday qilib, ilk bor shamol qarshiligi ta'sirida 1TJ uchastkasida birdan tormozlanish yuz berganda vagonning tormozlanish masofasi  $x(t)$  hamda vagon tezligining  $v_e(t)$  birdan kamayishining matematik modeli ishlab chiqildi.

## **XULOSA**

1. Nazariy mexanikaning klassik qoidalari asosida vagon tormozlanganda 1TJ uchastkasida tortishish kuchini va qarshi shamolning ta'sirini hisobga olgan holda vagon harakatining matematik modellari asosida ilk bora vagon tezligi  $v_e(t)$  va tormozlanish masofasi  $x(t)$  analitik formulalar yordamida aniqlandi.

2.  $v_e(t)$  va  $x(t)$  ning vaqtga bog'liqlik grafigiga asoslangan holda 1TJ uchastkasida vagonning tormozlanish vaqti asosan qarshilik kuchi  $F_{\text{TP.x}}$  ga bog'liq: qarshilik kuchining qiymati  $F_{\text{TP.x}}$  qanchalik katta bo'lsa,  $a$  sekinlanuvchi harakatda tezlanish va vagonning tormozlanish vaqti  $t$  shunchalik kichik qiymatga ega bo'ladi. Tormozlanish vaqti  $t$  ning qisqarishi, o'z o'rnida, vagonlar o'rtasidagi intervalni nazorat qilishga imkon yaratadi.

Amalga oshirilgan tadqiqot natijalari, shuningdek, vagonning ratsional geometrik parametrlari (profilini) hamda kinematik tasnifi ( $v(t)$  va  $x(t)$ ) ni saralash tepaligida aniqlash imkoniyatini ham beradi.

## REFERENCES

1. Образцов, В.Н. Станции и узлы. Ч. II / В.Н. Образцов. – М: Трансжелдориздат, 1938. – 492 с.
2. Земблинов, С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М: Трансжелдориздат, 1963. – 348 с.
3. Никитин, В.Д. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. пособие / В.Д. Никитин, И.Е. Савченко, Е.А. Ветухов, В.К. Ивашкевич. – М: ВЗИИТ, 1970. – 79 с.
4. Савченко, И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М: Транспорт, 1967. – 466 с. (см. также 1973. – 464 с.; 1980. – 479 с.).
5. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко. Под ред. В.М. Акулиничева. – М: Транспорт, 1992. – 480 с.
6. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / В.Г. Шубко, Н.В. Правдин, и др. – М: УМК МПС России, 2002. – 368 с.
7. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1 520 мм. М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. – 168 с.
8. Правдин, Н.В. Анализ существующих методов расчёта сортировочных горок / Н.В. Правдин, С.А. Бессоненко // Транспорт: Наука, техника и управление, 2004, № 5. – С. 22 – 27.
9. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты): Учебное пособие для вузов ж. – д. трансп. / Н.В. Правдин, В.Г. Шубко, Е.В. Архангельский и др.; Под ред. Н.В. Правдина и В.Г. Шубко. – М: Маршрут, 2005. – 502 с.
10. Бессоненко С.А. Комплексный расчёт уклонов продольного профиля спускной части и высоты сортировочной горки по вероятностным показателям / С.А. Бессоненко // Транспорт: Наука, техника и управление, 2006, № 7. – С. 12 – 19.
11. Правдин, Н.В. Определение уклонов скоростных участков и тормозных позиций на спускной части сортировочной горки / Н.В. Правдин, С.А. Бессоненко // Транспорт: наука, техника, управление, 2008, № 9. – С. 6– 10.

12. Бессоненко, С.А. Теория расчета сортировочных горок для различных климатических зон. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук. – МИИТ, 2011. – 37 с.
13. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко, А.К. Голович и др.; под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. – 1086 с.
14. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 855 с.
15. Комаров, К.Л. Теоретическая механика в задачах железнодорожного транспорта / К.Л. Комаров, А.Ф. Яшин. – Новосибирск: Наука, 2004. – 296 с.
16. Sh.U Saidivaliyev. To the movement of the car on the site of the first brake hump yard of positions / Sh.U Saidivaliyev // Journal of TIRE, 2019. №2. pp. 72-83. ISSN 2091-5365.
17. Кобзев, В.А. Технические средства сортировочных горок, обеспечивающие безопасность движения. Ч. 1. Учебное пособие / В.А. Кобзев. – М.: МИИТ, 2009. – 92 с.
18. Туранов Х.Т. О подходе к определению некоторых кинематических параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // International Journal of Advanced Studies. 2018, Vol 8, №4. С. 122 - 136. DOI: 10.12731/2227-930X-2018-4-122-136. ISSN 0236-1914.
19. Туранов Х.Т. О математическом описании торможения вагона на сортировочной горке / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2019, № 7. С. 27 - 30. ISSN 0236-1914.
20. Туранов Х.Т. О методе решения задачи движения вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, О.В. Молчанова, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2019, № 11. С. 34 - 38. ISSN 0236-1914.
21. Саидивалиев Ш.У. Саралаш тепалигининг биринчи тормоз позицияси участкасида вагон ҳаракатланиши / Ш.У. Саидивалиев, З.В. Эргашева // ТАЙИ хабарномаси. 2019, №2. 64-74 бет. ISSN 2181-7421
22. Туранов Х.Т. О некорректности формулы для определения скорости движения вагона в зонах торможения на участках тормозных позиций



- сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // Бюллетень транспортной информации. 2019. №9 (291). С. 34-40. ISSN 2072-8115.
23. Туранов Х.Т., Саидивалиев Ш.У. Определение кинематических параметров движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2019. Т.9. №1. С. 21-26. (<https://doi.org/10.18503/2222-9396-2019-9-1-21-26>).
24. Саидивалиев Ш.У. Исследование влияния кинетической энергии при движении вагона по тормозным позициям / Ш.У. Саидивалиев, З.В. Эргашева // *Universum: Технические Науки* 2020 г, №4-2(73) стр. 17-25.
25. Туранов Х.Т. К движению вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2020, № 3. С. 24 - 30. ISSN 0236-1914.
26. K.T. Turanov, S.U. Saidivaliev, D.I. Ilesaliev. Determining the kinematic parameters of railcar motion in hump yard retarder positions / K.T. Turanov, S.U. Saidivaliev, D.I. Ilesaliev // *Structural integrity and life* vol. 20, no 2 (2020), pp. 143–147.
27. Туранов Х.Т. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, Д.И. Илесалиев, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2021, № 1. С. 11 - 16. ISSN 0236-1914.
28. Shukhrat *Saidivaliev*, Ramazon *Bozorov*, Elbek *Shermatov*. Kinematic characteristics of the car movement from the top to the calculation point of the marshalling hump. *E3S Web of Conferences* **264**, 05008 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405008>
29. Саидивалиев Ш.У. Новая методика расчёта времени и скорости вагона при его движении на участке первой тормозной позиции сортировочной горки при воздействии встречного ветра / Ш.У. Саидивалиев, Р.Ш. Бозоров, Э.С. Шерматов // Вопросы Устойчивого Развития Общества. 2021, №6. С. 575-586.
30. Saidivaliev Sh.U., A new method of calculating time and speed of a carriage during its movement on the section of the first brake position of a marshaling hump when exposed headwind / Sh.U. Saidivaliev, R.Sh. Bozorov, E.S. Shermatov // *STUDENT eISSN: 2658-4964*. 2021, №9.
31. Сатторов С.Б., Определение потребной провозной способности на железнодорожном участке ахангаран - тукимачи –сырдарьинская / Сатторов



- 
- С.Б., Махматкулов Ш.Г., Икрамова Д.З., Дехконов М.М. // Вестник КемРИПК. 2019. № 1. С. 93-101.
32. Икрамова Д.З., Применение различных схем размещения контейнеров в зоне основного хранения терминала / Махматкулов Ш.Г., Икрамова Д. З., Дехконов М.М. // в сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы - 2018. Материалы международной-научно-практической конференции. 2018. С. 249-252.
33. Туранов Х.Т. К движению вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев // Транспорт: наука, техника, управление. 2020, № 3. С. 24 - 30. ISSN 0236-1914.
34. Саидивалиев Ш.У. О некорректности формулы горочных конструктивных и технологических расчетов проектируемых участков сортировочной горки / Ш.У. Саидивалиев // Вестник ТашИИТ 2019 г, №3 стр. 218-226. ISSN 2091-5365.
35. Приложение 14 к СМГС «Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах». – М.: Планета, 2008. –191 с.
36. Кирьянов, Д.В. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0 / Д.В. Кирьянов // СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.